

整理番号

発送番号 009826
発送日 平成21年 1月27日 頁: 1/ 11

弓1月用非特許文献大

審判請求の番号

不服2006-12852

(特許出願の番号)

(特願2002-42589)

起案日

平成21年 1月26日

審判長 特許庁審判官

山崎 達也

請求人

インターナショナル・ビジネス・マシーン

ズ・コーポレーション 様

復代理人弁理士

正林 真之 様

引用文献2

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
本紙に記載された文書は、著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
本紙に記載された文書は、著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。



データエンジニアリングの最近の動向

3. 大規模知識ベースシステム†

西 田 重 明^竹

1. 大規模知識ベースシステムの研究の動向

1.1 知識ベースシステム

過去 30 年近くにわたって、いわゆる エキスパートシステム 実行可能な形式で蓄積された専門家の知識に基づく高度な専門的問題解決能力をもつコンピュータソフトウェアの研究開発の努力が繰り返されてきた^{[1]-[4]}。我が国でも多くのエキスパートシステムの開発と実用化が行われた^{[5]-[8]}。エキスパートシステムの開発思想は、人 工知能システムの問題解決能力を一般的な問題解決能力によるのではなく、問題領域や問題解決法に関する知識の質と量に依存するという知識原理である。

知識原理を具体化するために、知識ベースシステムというソフトウェアアーキテクチャが用いられてきた。知識ベースシステムは、問題解決法を知識表現言語によって表現した知識を統合した知識ベースと、その内容を解釈実行するエンジンから構成される。初期の研究では、専門家の知識を取り出し、それを知識表現言語で表現して知識ベースにしておき、それを用いて問題解決を行なうことが実現された^[9]。

1.2 知識ベースシステムの問題

知識ベースシステムの研究開発、実用化が進んで大規模な知識ベースシステムの開発が行われるようになると、いくつかの問題が発生してしまった^[10]。

知識獲得のボトルネック 知識ベースシステムを開発するためには、既存の知識ベースシステム構築ツールの求めているレベルまで、専門家の知

識を分析、抽出、体系化、評価化、手続化する必要がある。これまでには、専門家にインタビューをすることによって知識を抽出し、それを知識表現言語で表達し、プロトタイプを構築してそれを再び専門家に提示して評価化、洗練するという知識獲得の作業を繰り返してきたが、それは膨大な労力を要するものであった。

緊張 初期の知識ベースシステムの開発では、知識獲得が非常に効率の悪いものであったため、データストレージ・システム効果のあるシステムを作るために専門的の良い専門領域に特化せざるを得なかった。そのようなシステムは、設計時に考慮していないかた現象に対して大変多く、専門家に比べて急激に問題解決能力が低下する傾向があ

った。

既存システムとの統合の困難さ 初期の知識ベースシステムはどれも既存のデータベースシステム、CAD ツール、リアルタイムシステムなどとの統合を考慮したものではなかったので、直線的な性格が強く、システムとしての有用性を低下させるものであった。

知識メディアとしての難題 知識ベースシステムに蓄積される知識は基本的にコンピュータ主体の問題解決を指向したものであるため、蓄積された知識自体は専門家や作業員にはブラックボックスに近く、蓄積されている知識そのものは役に立たない。また、知識表現言語で記述できない知識やノウハウは蓄積される傾向があった。そのため、知識ベースシステムは問題解決に必要な知識をほとんど完全に知識ベース化するまでは役に立たない。

方法論の欠如 小規模なプロトタイプ開発と異なり、大規模で実用的な知識ベースシステムの構築には、一定の開発方法論が不可欠である。

† Very Large Scale Knowledge Base System by Toyoshi NISHIDA
DA (The National Institute of Science and Technology),
† 東京工業大学情報学研究所大学院情報科学研究科

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
取扱にあたっては、著作権法第42条第1号に「注意」と記載された事項を守ることを要請します。

Vol. 35 No. 2

大規模知識ベースシステム

Feb. 1994

1.8 大規模知識ベースのめざすもの

大規模知識ベースシステムの研究では、上に述べた今日の知識ベースシステムの限界を超えるため、どの領域において知識ベースを構築する場合にも必要になってくる共通的知識を体系化して供給することによって新たに知識獲得すべき知識量を大幅に削減することをねらっている。

理想的な大規模知識ベースシステムは図-1のように個々の知識ベースシステムに対して設計時または実行時に必要な知識を提供するインフラストラクチャとしての役割を果たす。

大規模知識ベースシステムは、集積指向のアプローチと共有・再利用指向のアプローチの二つに大別できる。基盤指向のアプローチでは、標準的な知識表現言語を既定して、常識的知識や推論的知識を包括的に収集し、審査することに重点を置いている(図-2(a))。一方、共有・再利用指向のアプローチでは異なる方法論や概念化に基づく知識ベースシステムやソフトウェアシステムを協調させるための仲介の機能に重点を置いている(図-2(b))。

大規模データベースシステムは、定型性の高い大量のデータを収集し、效率よく利用するための上位とするための性能面を重視している。大規模データベースシステムは大規模なデータベースシステムと一緒に換えることができる。これに対し、大規模知識ベースシステムは、定型性が低い大量の知識や問題解決法を収集し、広い範囲の応用システムとも連携できるようにするための柔軟性を重視している。

大規模知識ベースシステムは、広い範囲の方法論に基づく知識をもつばかりでなく、新しい知識ベースシステムを構築するための知識部品ライブラリも提供する知識ベースシステムの母体になっているという点で、知識ベースシステムが確に大規模になったものとは区別される。

2. 基盤指向のアプローチ

基盤指向のアプローチは、現在の人工知能の技術レベルを盡めるのに一番有効な方策は、新しい知識表現法や推論方式の研究ではなく、ほどほど知識表現言語を使って知識の体系を実験に作る



図-1 知識ベースシステムの母体としての大規模知識ベースシステム



(a) 知識指向のアプローチ



(b) 共有・再利用指向のアプローチ

図-2 大規模知識ベースシステムへの二つのアプローチ

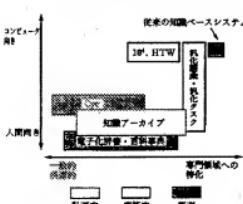


図-3 基盤指向のアプローチによるプロジェクト

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
取扱にあたっては、著作権侵害にならないよう十分ご注意ください。国内学会論文 1998-00229-004

Vol. 55 No. 2

情 帐 机 票

Feb. 1994

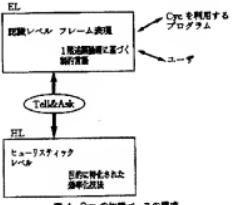


図-4 On the effect of α

2.1 CTF プロジェクト

Cyc プロジェクトは、全ての知識に共通する常識的知識を包括的に収集することをねらって、アメリカの MCC (Microelectronics and Computer Technology Corp.) で 1984 年から 10 年程度で行われている^{11), 12), 13), 14), 15)}。目標は 200 人年をかけて 400 万項目を収集することである。すでに中間成果の配布が行われている。

知識ベースシステムの短点から言うと、 C_3 で収集する常識的知識は既存の知識ベースシステムで収集された狭い専門的知識と人間の知識の間に埋めるものであり、別々に開発された知識ベースシステムを結合して協調させるための意味的な緑 (semantic glue) の機能を欠きだ。

知識の収集法に関しては、*Cyclist*と呼ばれる知識収集者が所持する知識整理を理解して *Cyo* の知識整理法で記述するという手は基づくものである。これは、一定量の知識が集積されるまでは、機械学習や自然言語理解が有効に機能しないので、手入による収集が不可避であるといつて難しくはない。プロジェクトの初期段階では、百科事典が知識源と見なされ選ばれた。現在は、計算機科学、アバラン法則、化学から知識の収集が行われている。

Cyc の知識ベースは、認識レベル (Epistemological Level, EL) とヒューリスティックレベル (Heuristic Level, HL) から構成される。EL は、Cyc と外部ユーザ (コンピュータプログラムまた

```

residents
  instanceOf: (Slot)
  inverse: (residents)
  maxCardinality: (GeopoliticalRegion)
  ontology: (Person)
  specName: (GeopoliticalResidents)
    - (IllegalAliens)
    - (registeredVoters)
  slotConstraints: ((orTemporal u))
  - (residents)はストロークの「u」がある。residentsは逆の属性をもつとも限る。GeopoliticalRegionは、このユニーク・ダブル引数の属性を持つことになる。この属性は、GeopoliticalResidentsの属性である。IllegalAliensはストローク。またregisteredVotersはストロークの「u」のリスト。またresidentsユニークのリストでなくてはならない。#はresidentsユニークのエンタリオでなければ、#uヨリ上とは逆順のものである。
(a) フレーム構造は次のようになる。“residents”(在居)のエンタリオ

```

(Implies
 (LogAnd

```

(allinstanceOf E Buying)
(performerBy E X)
(objectInvolved E Y)
(seller E Z)
(holdsDuring Y cost N S)
(contains E S))
(LogAnd
  (allinstanceOf [StationPassenger]
  (performerBy [StationPassenger]

```

(b) 構成言語 CL によれば、

は人間のコミュニケーションのための知識表現のレベルであり、効率的な推論を行うために Cyc 内部で用いられる HL とは区別される。両者を対応づけるために Tell & Ask と呼ばれるトランザクションが用いられる(図 4)。

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
取扱いあたっては、著作者権利を尊重するよう十分に注意してください。

国際会議論文1998-00229-004

Vol. 35 No. 2

大量情報ベースシステム

Feb. 1994

Cycにおける知識を記述するための知識表現言語は CycL と呼ばれる。RL の CycL は、フレーム理論の直系を 1 段階離脱して基づく統合言語(CL)によって強化したものである。ECL における知識の記述例を図-5 に示す。

CycL による大量情報知能ベース系の実用化をサポートするために、越後、自動分類、知識の依存関係の管理、知識の生成・比較・無回・矛盾解消を中心としたフレーム式推論、粒度制御のためのオブジェクト推論、割約処理、複数の特化された推論エンジンの連携などの重要な粒度機構と、スプレッドシート風のルーメンディタ UBL、概念の空間的配置などを用いたグラフィックエンティティ MUIE を中心としたインターフェースが開発された。

3.2 知識アーカイブ

コンピュータ上での実行可能性にかかわらず自然言語、形式言語、图形言語、圖像、音響などのさまざまなメディアの知識を大量に集積した知識アーカイブの構築を目標とするプロジェクト化の努力が行われている^{11),12)}。公表されている構想によると知識アーカイブの知識はいくつもの層に階層化される。量的に中心を占めると思われるのは、知識メディアで表現され、分析の対象となるよう開発された知識ドキュメントである。知識ドキュメントは、自然言語テキスト、知識品・プログラム・データに分離される。知識ドキュメントを構築した知識ドキュメントベースの上に、構造化された知識の層が作られる。機能面では、知識アーカイブは知識の収集・獲得・検索・知識・応用などのサービスを提供する。

3.3 HTW プロジェクト、HTW プロジェクト

Cyc プロジェクトや知識アーカイブとは対照的に具体的な工学的問題解決に的を絞り、知識ベースシステムで直面する可能な知識の収集と体系化を主要目標として設定している。これらのプロジェクトでは、知識ベースが基本的に知識モデルと問題解決法(たとえば、汎用診断エンジンや一般設計法)に分解できるというモデルに基づく推論(model-based reasoning)を基本パラダイムとし、モデルの記述と収集に重点が置かれている。

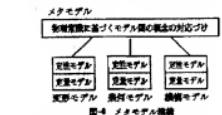
東京大学工学部における 10⁴ プロジェクト¹³⁾では、機械学における知識の体系化の試みとして、機械部品のモデルの構築を行っている。さまざま

な観点からのモデルを展述べるためにメタモデル¹⁴⁾という手法が用いられている。メタモデルは図-6 のように物理世界に関する標準的概念に基づいて異なるモデルにおける概念間の関係性を行うための機構である。メタモデル構造で使われる概念に属する記述を蓄積するための知識ベース¹⁵⁾は、フィジカルファイチャードベースと呼ばれる。フィジカルファイチャの表現は定式プロトコル実現^{16),17)}の枠組みをもとにしたものであり、記憶的なシミュレーションが可能である。10⁴ というプロジェクト名は、中間的な概念言語として既定したフィジカルファイチャの個数を表している。

Stanford 大学知識システム研究室における HTW (How Things Work) プロジェクトでは、複数の領域にまたがる装置の設計と診断に必要な対象のモデルの構築、シミュレーションなどを支援する DME (Device Modeling Environment)^{18),19)}の研究が行われているが、ここで対象のエンジニアリングモデルの収集が中心的な課題の一つになっている。

3.4 水化器庫、汎化タスク

10⁴ プロジェクト、HTW プロジェクトと同様に専門性の高い知識に焦点を当てている。汎化タスク²⁰⁾、水化器庫^{21),22)}などが提案されている。大阪大学農業科学研究所で行われている MULITTS プロジェクトでは、知識ベースシステム部品を構築するための概念(オントロジ)の整理と体系化が行われている。オントロジーはタスクオントロジとドメインオントロジに分離される。タスクオントロジは、問題解決法を記述するのに適した量(数から数百箇)と粒度をもつ概念(とその背後にいる概念)の体系であり、ドメインオントロジは、問題解決法の行われる領域(ドメイン)の対象や現象を記述するための概念(とその背後にいる概念)の体系である²³⁾。MULTITS プロジェクトでは、まずタスクオントロジが収集されたう。



* オントロジーに関する詳細については文献 10) 参照

本複数資料は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
本件にあたっては、著作権侵害等ではないよう十分にご注意ください。国内学会論文1998-00229-004

Vol. 35 No. 2

情 報 学 研

Feb. 1994

タスクオントロジは、汎化指標（汎化名詞と汎化動詞）によって記述される。汎化名詞は専門分野の違いを離れて共通する問題解決法を記述するためのものである。

インタビューによる知識獲得システムでは専門家が自分の専門領域の知識と汎化概念との対応を取ることによって、専門的問題解決知識の事例化、再利用、自重合式が行われる。汎化基盤はコンピュータ内の知識と人間の知識の対応づけに大きな役割を果たすと期待されている。これまでに、汎化指標を用いてスクリーリングタスクに関する問題解決知識の収集が行われている。

より一般的には、オントロジとは対象領域に存する対象やその間の関係に関する概念化（conceptualization）とそれを表現するための語彙（terminology）を基に構成したものである。知識ベースにおけるオントロジのタイプと範囲を図-7に示す。図より述べるように、オントロジを基に扱うことは共創・再利用指向のアプローチでも非常に重要なことになる。

2.5 応 用

知識指向のアプローチでは、目的を規定せずにまず実現することを重要であるというシナジー指向のアプローチである。具体的な応用は異なる程度の実験が行われてからになる。大規模知識ベースシステムの提供する情報のインフラストラクチャの存在は、知識ベースシステムばかりでなく本質的に知識を必要とする自然言語処理システムやCAIシステムの有用な知識源となる。使用目的を明確にせずに収集した知識を実際の応用システムで利用できるまでにはかなりの努力を要することが想定される。

2.5.1 共有・再利用指向のアプローチ

共有・再利用指向のアプローチでは、大規模知識ベースシステムを繋ぐ結合されたエージェントの集まりとして実現する方向をめざしている。ここでいうエージェントとは、所定のプロトコルに基づくメッセージ交換によって外部のプログラムと通信し、一定の情報処理能力を提供するソフト

*もともと哲学用語である。存在(existence)の従属性を意味する。



図-7 知識ベースにおけるオントロジの種類

ウェアモジュールを構成し、ふつう知識ベースシステム、データベースシステム、ソフトウェアツールなどのツールにメッセージ処理をするモジュールをかぶせてカプセル化することによって実現される。

各々のエージェントは内部のツールにおいて、問題解決に最も適した方法論、ツール、インプリメンテーション技術を用いることを容認するかわりに、エージェント間の情報交換のプロトコル（連携規約）、対象記述言語、概念・暗黙体系を共進化して、エージェント間の相互作用を保証する。エージェント間の相互作用は、協調促進者（facilitator）などによって媒介・支援される。このような考え方に基づく本格的な実験システム技術はPACT（プロジェクト）ではじめて行われた。図-8はPACTプロジェクトで用いられたアーキテクチャを示す。各ツールはエージェント管理とメッセージ交換のためのソフトウェアを付加してエージェント化（agentify）される。PACTでは、エージェント間の相互作用は必ず協調促進者を介して行われる。つまり、メッセージはエー

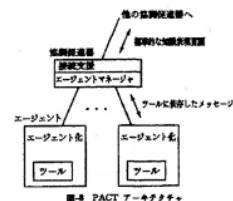


図-8 PACT アーキテクチャ

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
出版にあたっては、著作権法違反となるないように十分に注意してください。

国内学会論文 1998-00229-004

Vol. 95 No. 2

大脳機能ベースシステム

Feb. 1994

ジェント-協調促進器の間、または協調促進器と
うしの間で送受される。エージェントからのメッセージには必ずしも宛先が明記されている必要はない。また、エージェントは PACT 全体に共通するメッセージの生成・解析を行う必要なく、ツールに依存したメッセージだけを扱えばよい。
協調促進器の果す役割は、

1. エージェントから発信されたメッセージ内容を解析して宛先を決定する。
2. エージェントの取り扱いツール装置のメッセージ表現と共通言語によるメッセージ表現との相互変換を行う。
3. エージェントの初期化や実行のモニタリングを行なう。

ただし、PACT の協調促進器は実際に実現されたのはこれらのうちの一都だけであり、より強力な協調促進器の開発は将来の課題である。

メッセージ内容は次の3レベルで標準化される。

エージェント通信言語 (agent communication language) エージェントに共通した通信規約 (共通プロトコル) を規定する。

知識交換フォーマット (knowledge interchange format) インタリメーションから独立した (抽象レベルの) 接続規則。

共通オントロジ (common ontology) 基本とそれを記述する語彙の体系。

PACT プロジェクトでは、エージェント通信言語として KQML、知識交換フォーマットとして KIP、共通オントロジとして Ontolingua が用いられた。

この方式には、

1. 従来の知識ベースシステムで既に用いられていた既存システムとの統合の問題への本格的な解決の方針が示され、知識工学ばかりでなく、情報科学全般へのインパクトとなりえる。原則的には集積構造の大規模知識ベースシステムも一つのエージェントとして組み込まれる。

2. 医療のツールを組み込むためには、内部を修正する必要もなく、ツールの入出力が共通言語に相互変換するトランザクションを開発するだけで

よい。

3. 問題解決のための单一の知識表現言語を要求されないので、従来問題とされてきた表現力と推論可能性のトレードオフが問題にならなくなる。知識ベースシステム間の共通言語はもはや問題解決を行うためのものではないので、単に表現力さえあればよい。

4. 協調のための機構は、エージェント収集のための神経もとしても有効であり、エージェントの数が十台でないとも専用機がある。

5. 方式が、分散型の算術場と個人数による並列開発という複数によく適合している。

などの特色がある。

この方向の研究は、AAAI の知識共有と再利用のための作業組合¹⁰、デジタル図書館¹¹、知識コミュニケーションプロジェクト^{12,13}などで行われている。

共有・再利用指揮のアプローチにおける中心的な技術は、エージェント通信言語、知識交換フォーマット、共通オントロジである。この章の以下の部分では、これらの侧面について振り下ろしてみよう。

3.1 エージェント通信言語

ちょうど自然言語の発話が発話行為（伝達、質問、依頼、…）と発話内容（伝達内容、質問内容、依頼内容、…）に分離できるように、エージェント間で取り交わされるメッセージは、メッセージのタイプを規定するメッセージ行為(performative)とメッセージ内容(content)に分離することができる。エージェント通信言語はメッセージ行為のタイプとプロトコルを規定する。

人工知能分野では、分散情報処理環境におけるエージェント間の相互通信のためのプロトコルの研究は分散人工知能 (Distributed AI)¹⁴ における人間社会における相互作用の計算モデル化の研究として行われている。これまで、入札に基づく競争的行動をモデル化した契約ネット¹⁵、日常の約束行為をモデル化した Agent 0 のプロトコル¹⁶、グループにおける合意形成過程をモデル化した COSMO¹⁷、意思と知覚を中心としたもの^{18,19}などが提案されている。

KQML (Knowledge Query and Manipulation

* インタリメーションとデータを統合した情報表現言語レベルの表現言語。

** 特別に、3.1-4.3 で述べる。

本複製物は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
登録にあたっては、著作権登記とならないよう十分にご注意ください。国内学会論文1998-00229-004

Vol. 25 No. 2

書 稿 論 文

Feb. 1994

Language¹⁰ は、知識ベース間の知識レベルでの相互作用のための言語として設計されたものであり、エージェントでのメッセージ送受の方法を規定するのではなく、個々のメッセージの意味内容を定義する。EQLML では、メッセージは次のような Common Lisp におけるキーワード構文を用いて表現される。

```
(<メッセージ行為タイプ>
  <空白> :<キーワード> <空白> :<Lisp の S
  式> *)
  たとえば、
  (tell :language KIF
    ontology motors
    :in-reply-to q1
    :content (faslens frame12 motor1))
```

は、メッセージ内容記述部として KIF、オントロジとして motors、メッセージ内容として (faslens frame12 motor1) をもつメッセージを表している。

現在までに、情報伝達 (tell, deny, until), 質問 (ask-if, ask-all, stream-all, reply, warn など), 依頼 (achieve, unachieve など), 生成制限 (standby, ready, next, discard など), 通知 (subscribe, unsubscribe), ネットワーク管理 (register, unregister など), 仲介処理 (broker-on, recommend-on, recruit-on など)などのための 30 程度のタイプのメッセージ行為が定義されている。ユーザは新しいメッセージ行為を所定の形式で定義することによって与えられたメッセージ行為集合を拡張することができます。

エージェントポリシー (agent policy) は、エージェントが受け取ったメッセージをどのような態度で処理するかを規定する。多くの応用においてエージェントポリシーは次のようなものである。(1) 正直さ (honesty): KQLML で規定された意味論に基づいてメッセージ処理を行う。(2) だまされやすさ (gullibility): ほかのエージェントも自分と同じ信金をもつと信じて処理を行う。(3) 順守 (helpfulness): ほかのエージェントも自分と同じ日報をもつと信じて処理を行う。(4) 責任 (responsiveness): 応答が期待されているメッセージ行為にはいつか必ず応答する。(5) 感情移入 (empathy): ほかのエージェントが必要とするメッセージ行為を示されなくても推測することが

できる。(6) 適切性 (pertinence): ほかのエージェントの役にたたないと考えられるメッセージは送付しない。

3.2 知識交換フォーマット

知識交換フォーマットは、異なる問題解決用知識表現言語で記述されたツールを無効化したエージェント間で知識交換を行うための中間言語としての役割を果たす。一般に、知識交換フォーマットが有用であるための要件は、(1) 表現力が豊かであり、インプリメーテーションを独立した知識レベルでメッセージ内容を記述できる。(2) 構文と意味が密接に定義され、それに基して評議会基準が得られる。(3) 自己括弧性がある、などであると考えられる。

KIF (Knowledge Interchange Format)¹¹ は、1 痛迷な知識表現言語として、頂の定義、メタ知識（知識に関する知識）、集合、非單調理論などを記述できるようにした知識交換フォーマットである。たとえば、「全ての作家は読者のうちのどれから紙原を受ける」を表す KIF 説明は次のようなものになる。

```
(forall ?w
  (or (writer ?w)
    (exists ?R)
      (and (reads ?R ?w)
        (not (understands ?R ?w))))
```

KIF は厳密に定義するために、モデル理論による意味論が考案されている。

KIF は実質的な言語であるため実装時に手続き的な情報が失われてしまうことがある。

3.3 共通オントロジ

異なるエージェント間で協調的な問題解決が行われるために、メッセージ交換に用いる言語の構文・意味だけでなく、オントロジに則ってもエージェント設計者とエージェントのものの両方において意図が導かれていくなければならない。

Ontolingua¹² は、異なる知識表現ツールに基づくエージェントとの間に共通のオントロジを定義することによる知識の共有の促進をねらったものである^{13,14,15}。対象概念に現れる対象のクラス、関係、属性、オブジェクト、法則を記述するためには、KIF を強調した構文と意味論に基づく宣言的表現を用いる。Ontolingua はフレーム型の概念化（フレームオントロジ）をサポートするために、

本複数形は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
取扱いにあたっては、著作権法とならうとする方にご注意ください。

国内学会論文1998-00229-004

Vol. 35 No. 2

情報基盤

Feb. 1994

が行われた。

人間とコンピュータが協調して作業をする現実の環境をみると、コンピュータ上での問題解決用の知識と人間の専門家が理解する知識を効率メディアとして統一的に扱う必要がある。分散した設計環境における知識メディアの利用をサポートする表現の種類として SHADE (SHARED Dependency Engineering)¹⁰ の研究が進められつつある。 SHADE の提唱された背景には共通オントロジや知識表現は重要であるが、現在の技術レベルでは共有すべき情報を不完全にしか捉えできないという難題もある。記述が不完でても、メッセージ一一定の記述をもとに、予約構造(subscription)、刊行(publication)などのサービスを行なうことによって十分な有用性が確保できるという主張がされている。知識メディアの研究は、CSCW と分散問題解決を統合するアプローチとして今後の発展が期待される。

4. まとめ

大規模知識ベースシステムの研究開発の動向について知識指向のアプローチと教育・再利用指向のアプローチに分けて解説した。現在の人工知能技術をはじめとする情報処理技術全般の大変異をともるために、大規模知識ベースシステムによる知識シラスティックチャタの開拓が期待される。今後は、大規模知識ベースシステムのユーザサイクルを考慮した開拓方法論の確立が必要になるであろう。

参考文献

- 1) Bond and Gasser, editors: *Readings in Distributed Artificial Intelligence*, Morgan-Kaufmann Publishers, INC (1993).
- 2) Burnister, B., Haddadi, A. and Sundermeyer, K.: Generic Configurable Cooperation Protocols for Multi-Agent Systems (personal communication) (1993).
- 3) Burnister, B. and Sundermeyer, K.: Cooperative Problem-Solving Guided by Intentions and Perceptions, in *Proceedings of MAAMA-W'92* (1992).
- 4) Chandrasekaran, B.: Generic Tasks in Knowledge-Based Reasoning, *IEEE Expert*, pp. 23-30 (1986).
- 5) Cutkosky, M. R., Engalina, R. S., Fikes, R. E., Genesereth, M. R., Gruber, T. R., Mark, W. S., Tennenbaum, J. M. and Weber, J. C.: PACT: An Experiment in Integrating Concurrent Engineer-
- ing Systems, *IEEE Computer*, Vol. January 1993, pp. 26-36 (1993).
- 6) Dewar, P.: Toward Computer-Supported Concurrent Software Engineering, *IEEE Computer*, Vol. January 1993, pp. 17-27 (1993).
- 7) Feigenbaum, E. A.: The Art of Artificial Intelligence, L. Rosenblatt, Case Studies of Knowledge Engineering, in *Proceedings of IJCAI-77*, pp. 1014-1029 (1977).
- 8) Fikes, R., Weber, J., Weddell, G., Genesereth, M., Pritzen, R., McKay, D., McGuire, J., Pelevin, R., Shapiro, S. and Beck, C.: Specification of the KQML Agent-Communication Language (DRAFT) (1989).
- 9) Forbes, K. D.: Qualitative Process Theory, *Artificial Intelligence*, Vol. 21, pp. 85-120 (1984).
- 10) Genesereth, M. R. and Fikes, R.: Knowledge Interchange Format Version 2.2, Conference Manual, Logic and Knowledge Logic-94, Computer Science Department, Stanford University (1990).
- 11) Gruber, T. R.: Ontologies: A Mechanics to Support Portable Ontologies Version 8.0, Technical report, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University (1992).
- 12) Gruber, T. R.: A Translation Approach to Portable Ontology Specifications, In Miaguchi, R., Motoda, H., Boose, J., Gaines B. and Quinlan, R., editors, *Proceedings of the Second Japanese Knowledge Acquisition or Knowledge-Based System Workshop JKAW '92*, pp. 89-106 (1992).
- 13) Gruber, T. R.: Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing, Technical Report KSL 93-4, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University (1993).
- 14) Gruber, T. R., Tennenbaum, J. M. and Weber, J. C.: Toward a Knowledge Medium for Collaborative Product Development, in *Artificial Intelligence in Design '92, Proceedings of the Second International Conference on Artificial Intelligence in Design*, pp. 413-423 (1992).
- 15) 岡田達男, 三木一郎, 鹿田義治, 西田豊郎, 畠下義重: マルチエージェントによる異常检测の実験, Technical Report SIG-P/H/K/SIG-9201-8 (12/4), 人工知能学会 (1992).
- 16) Hayai, P. N., Genesereth, M. R. and Lewinger, R.: Automated Concurrent Engineering in Designworld, *IEEE Computer* Vol. January 1993, pp. 74-80 (1993).
- 17) 日本AI学会: エキスパートシステム最終統一規格, 日本AI学会 (1992) 制定.
- 18) 植村忠也: 実物強制の実用による厚屋の蓄積地図, Vol. 32, No. 2, pp. 169-170 (Feb. 1991).
- 19) Iwasaki, Y. and Low, C.: Model Generation and Simulation of Device Behavior with Continuous and Discrete Changes, Technical Report KSL-91-09, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University (1991).
- 20) Kahn, R. E. and Cerf, V. G.: The Digital Libr-

本複数部は、特許庁が著作権法第42条第2項第1号の規定により複製したものです。
販売にあたっては、著作権法第42条第1号の規定により注記ください。

国内学会論文1998-00229-004

Vol. 35 No. 2

大規模知識ベースシステム

Feb. 1994

ary Project, volume 1: The World of Knowbots (DRAFT), Technical report, Corporation National Research Initiatives (1990).

21) 梶山英祐, 吉川弘之: 知能社会モデル統合のためのメタモデルの研究, 人工知能学会誌, Vol. 6, No. 1, pp. 42-54 (1991).

22) Lenat, D.B.: Toward a Knowledge Web with Common CACM, Vol. 33, No. 6, pp. 55-69 (1990).

23) Lenat, D.B. and Guha, R.V.: *The Web of Knowledge-Based Systems*, Addison-Wesley (1990).

24) 斎木和雄, 田中義, 中田義, 山木文雄, 墓山哲男, 吉川弘之: 組織内大規模知識ベースの研究, 1991年度人知能学会全国大会(第3回)論文集, pp. 717-720 (1991).

25) 渡口一郎: エキスパートシステム I~III, 朝日AIライブラリ (1980).

26) 渡口一郎, 元田浩, 西田豊男: 知識の共有と再利用, 朝日AIライブラリ (1983).

27) Miesenbock, R.: Task Analysis System, in Proceedings of IEAW '92 (1992).

28) 渡口一郎, 小川靖一, 遠藤静一, 岩田千尋: 並行処理・並列処理・並列計算の再利用を活用したタスク分析技術とタスクオーバーラップの構造化 Technical Report SIC-P/H/K/SI-9001-6 (124), 人知能学会 (1990).

29) 中村祐一, 齋洋: 知識ベースシステム構築のための知識表現形式の開拓一システムの拡張と実験的評価, 1990年度人知能学会全国大会, AI-91-05 (1990).

30) Nicasia, R., Flores, R., Paine, T., Gruber, T., Patil, R., Senator, T. and Swartout, W.R.: Enabling Technology for Knowledge Sharing, *AI Magazine*, Vol. 13, No. 8, pp. 35-50 (1991).

31) 日本システム開発研究所(編): 知能アーキテクチャ研究会報告書, Technical report, 研究会報告書 (1992).

32) 西田豊明: 知能コミュニケーション, 北野宏明(監修), グラフィックエンジニア-人工知能の大なる世界, 共研出版 (1992).

33) 西田豊明: 会話接続の構造, 研究書店 (1990).

34) 大庭正義: AI マルチ-AI 研究のあり方, 人工知能学会誌, Vol. 7, No. 6, pp. 765-809 (1992).

35) Shoham, Y.: AGENT0: A Simple Agent Language and Its Interpretation, in Proceedings AAAI-91, pp. 704-709 (1991).

36) Smith, R.G.: The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver, *IEEE Trans. on Computers*, Vol. 29, No. 12, pp. 1104-1115 (1980).

37) Srikanth, D. and Logcher, R.: The MIT Dice Project, *IEEE Computer*, Vol. January 1985, pp. 14-16 (1985).

38) Stach, M.: The Next Knowledge Medium, *AI Magazine*, Vol. 7, No. 1, pp. 34-46 (1988).

39) 日暮イチロウ: シュミダムシステム(翻): 特集-進化する知識ベースシステム, 日経BP社 (1990) 9月号 1990年特集.

40) 寺町義道: Cys: 大規模知識ベース-知識への第1歩か? - 知識構造の計画か?, コンピュータ科学, Vol. 1, No. 2, pp. 114-118 (1991).

41) 寺町義道: 大規模知識ベース技術の動向と課題, 1992年度人知能学会全国大会セミナー「アルゴリズムキット」, pp. C13-C27 (1992).

42) 寺町義道: 知能システムの開発方法論, 初音書店 (1989).

43) Tennenbaum, S.T.C.: Messages and Protocols for Cooperative Systems Communications, (in: Proc. MACC '92) (1992).

44) 森井俊也: 知能機械と感覚情報処理の融合としての柔軟な知識ベース-電子辞書から知識データベースへ, 人工知能学会誌, Vol. 8, No. 3, pp. 295-298 (1993). (平成5年6月14日受付)



西田 豊明 (正会員)

1954年生。1977年京都大学工学部機械工学科卒業。1979年同大学院修士課程修了。1980年同大学院博士課程進学。同年より、京都大学工学部助手。1985年6月助教就任。1988年4月東京大学理学部技術科学科大学院生。人工知能専攻。特に定性論理と大量柔軟な知識ベースの研究に従事。京都大学工学博士。1984年から1年間 Yale 大学客員研究員。1988, 89年人工知能学会全国大会優秀論文賞。1989年更に人工知能学会論文賞。1990年情報処理学会創立30周年記念大賞。著書「日本会話機器入門」(フォーム社), 「会話接続の構造」(共研書店)等。人工知能学会, 国際知能学会, 日本ソフトウェア科学会, 電子情報通信学会, AAAI, ACL各会員。人工知能学会人工知能基盤研究会会員。電子情報通信学会英文出版委員会委員。